

Thermochimie SMP/SMC – S1
Corrigé Série 1

Exercice 1

1-

• État solide

Le volume dont dispose une molécule = Volume du solide / nombre de molécules présentes dans ce volume : $v_{sol} = \frac{V}{n}$;

$$n = \frac{m(solide).N}{M(N_2)} ; \quad m(solide) = \rho_{sol}.V ; \quad v_{sol} = \frac{M}{\rho_{sol}.N} ; \quad v_{sol} = 4,5.10^{-26} L$$

• Etat liquide : $v_{liq} = \frac{M}{\rho_{liq}.N}$ $v_{liq} = 5,7.10^{-26} L$

• Etat gazeux

A T = 273 K et P = 1 atm, le volume molaire $V_m = RT/P = 22,4 L$

Le volume dont dispose une molécule est : $v_{gaz} = \frac{V_m}{N} = 3,7.10^{-23} L$

2- Fraction du volume occupée par les molécules :

• Etat solide : $2,4.10^{-26} / 4,5.10^{-26} = 0,53$ (**53 %** et 47 % de vide).

Le diazote solide correspond à un empilement compact de molécules au contact les unes des autres

• Etat liquide : $2,4.10^{-26} / 5,7.10^{-26} = 0,42$ (**42 %**, et 58 % de vide).

Dans l'état liquide, les molécules sont un peu moins serrées, donc légèrement plus libres par rapport à l'état solide.

• Etat gazeux : $2,4.10^{-26} / 3,7.10^{-23} = 6,5.10^{-4}$ (**0,06 %**, et 99,94 % de vide).

Conclusion :

En moyenne, à l'état gazeux, une molécule dispose d'un espace 1500 fois plus grand que son propre volume.

Pour provoquer les changements d'état, il faut vaincre les forces de cohésion entre les molécules.

L'énergie nécessaire pour faire passer les molécules à l'état gazeux est beaucoup plus grande que celle nécessaire pour leur donner seulement un peu plus de liberté dans l'état liquide.

Exercice 2

1- Dans les conditions normales de pression et de température (P = 1atm, T = 273K), une mole de gaz parfait occupe un volume de 22,4 litres.

PV = n RT, P = 1atm = 1,013 10⁵ Pa = 760 mm Hg

$$R = PV / nT$$

a- R = 0,082 L.atm.mol⁻¹.K⁻¹

b- R = 8,314 J. mol⁻¹.K⁻¹

c- R = 62,36 L. mmHg mol⁻¹.K⁻¹

d- R = 1,99 cal. mol⁻¹.K⁻¹ (1 cal = 4,18 J)

2-l'air sec est supposé constitué de 21% de O₂, 78% de N₂ et 1% de Ar,

a- Les pressions partielles de O_2 et N_2

$$P_{O_2} = x_{(O_2)} P_t = 0,21 \text{ atm} \quad \text{et} \quad P_{N_2} = x_{(N_2)} P_t = 0,78 \text{ atm}, \quad P_{Ar} = x_{(Ar)} P_t = 0,01 \text{ atm}$$

b- Dans un litre d'air, le nombre de mole d'air est : $n_{\text{air}} = PV/RT$

$$P = 1 \text{ atm} ; V = 1 \text{ L} \text{ et } T = 300 \text{ K}$$

$$n(\text{air}) = 0,0406 \text{ mol}$$

$$n_{(O_2)} = x_{(O_2)} \cdot n(\text{air}) = 0,21 \cdot n(\text{air}) = 8,53 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$m_{(O_2)} = n_{(O_2)} \cdot M_{(O_2)} = 0,273 \text{ g}$$

$$n_{(N_2)} = x_{(N_2)} \cdot n(\text{air}) = 0,78 \cdot n(\text{air}) = 3,17 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$m_{(N_2)} = n_{(N_2)} \cdot M_{(N_2)} = 0,89 \text{ g}$$

$$m_{(Ar)} = n_{(Ar)} \cdot M_{(Ar)} = 0,016 \text{ g}$$

c- La masse molaire de l'air est $M_{\text{air}} = x_{(N_2)} \cdot M_{(N_2)} + x_{(O_2)} \cdot M_{(O_2)} + x_{(Ar)} \cdot M_{(Ar)}$ $M_{\text{air}} = 28,96 \text{ g/mol}$

$$\rho_{\text{air}} = n_{\text{air}} \cdot M_{\text{air}} / V = P \cdot M_{\text{air}} / RT$$

$$\rho_{\text{air}} = 1,18 \text{ g/L} \text{ à } T = 300 \text{ K}$$

Exercice 3

1- La quantité de chaleur fournie par le bloc de plomb refroidi de 373K à 273K est : $Q_{Pb} = n_{Pb} \cdot C_{Pb} \cdot \Delta T = (m_{Pb} / M_{Pb}) \cdot C_{Pb} \cdot \Delta T = \mathbf{-6370,65J}$

La quantité de chaleur nécessaire pour la fusion de 90 g de glace est :

$$Q = n_{H_2O(s)} \cdot L_f = (90/18) \cdot 5,98 = \mathbf{29,9 \cdot 10^3 J}$$

$$|Q_{Pb}| < Q$$

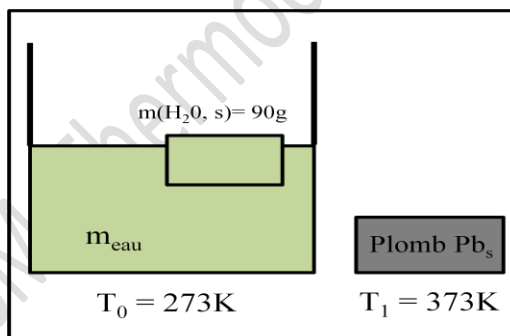
→ la quantité de chaleur fournie par le bloc de plomb est insuffisante pour faire fondre toute la masse de glace.

$$Q_{Pb} + Q_{\text{glace}} = 0 \text{ (en supposant qu'il n'y a pas de pertes de chaleur)}$$

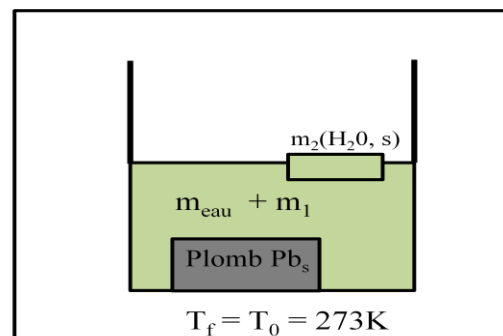
$$Q_{\text{glace}} = -Q_{Pb} = n_{H_2O(s)} \cdot \Delta_{\text{fus}} H = (m_{1(H_2O,s)} / M_{H_2O}) \cdot \Delta_{\text{fus}} H \quad ($$

$$m_{1(H_2O,s)} = 19,17 \text{ g} : \text{la masse de glace fondu après introduction du bloc de plomb.}$$

La température du milieu est donc de 0°C (équilibre entre eau et glace)



Système à l'EI



Système à l'EF

2- La quantité de chaleur fournie par le bloc d'aluminium refroidi de 100°C à 0°C est :

$$Q_{Al} = n_{Al} \cdot C_{Al} \cdot \Delta T = (m_{Al} / M_{Al}) \cdot C_{Al} \cdot \Delta T = \mathbf{-45 \text{ kJ}}$$

La quantité de chaleur nécessaire pour la fusion de 90 g de glace est :

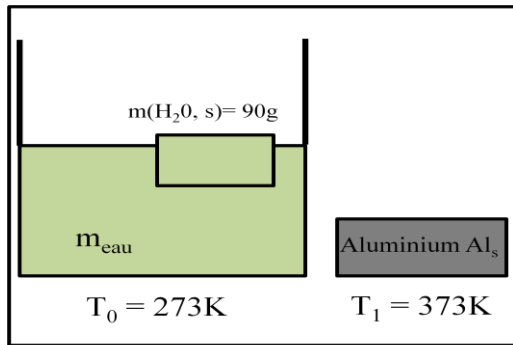
$$Q = n_{H_2O(s)} \cdot L_f = (90/18) \cdot 5,98 = \mathbf{29,9 \text{ kJ}}$$

$/Q_{Al}/ > Q$: la quantité de chaleur fournie par le bloc d'aluminium est suffisante pour faire fondre toute la masse de glace (et entraîne même l'élévation de la température de l'eau) → La température finale T_f sera supérieure à

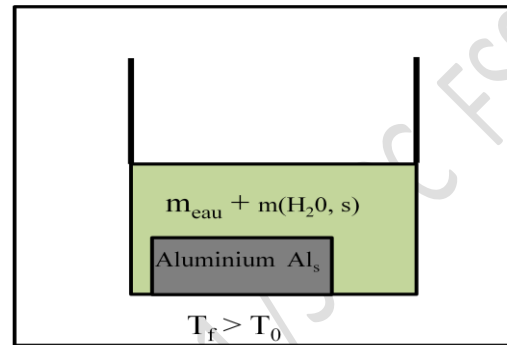
3- Q'_{Al} : quantité de chaleur fournie par le bloc d'aluminium refroidi de 100°C à la température finale T_f

En supposant qu'il n'y a pas de pertes de chaleur on a :

$$Q'_{Al} + Q + Q_{\text{eau}} = 0$$



Système à l' EI



Système à l' EF

$$n_{Al} \cdot C_{Al} \cdot (T_f - T_1) + Q + n''_{H_2O(l)} \cdot C_{H_2O(l)} \cdot (T_f - T_0) = 0 \text{ avec } T_0 = 273\text{K et } T_1 = 373\text{K}$$

$$(m_{Al} / M_{Al}) \cdot C_{Al} \cdot (T_f - T_1) + (m_{H_2O(s)} / M_{H_2O}) \cdot L_f + (m_{H_2O(s)} + m_{H_2O(l)}) / M_{H_2O} \cdot C_{H_2O(l)} \cdot (T_f - T_0) = 0$$

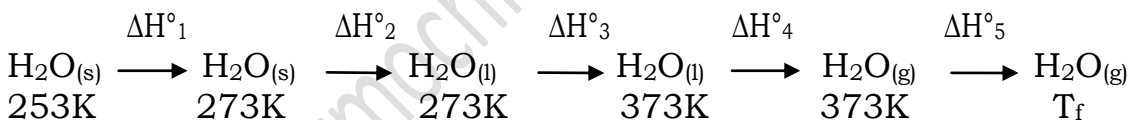
$T_f = 274,2 \text{ K}$ soit $1,2^\circ\text{C}$: la température de l'eau s'élève de $1,2^\circ$.

Exercice 4

La quantité de chaleur dégagée par la combustion de 0,5L D'essence est :

$$Q = - \rho \cdot V \cdot E_{\text{ess}} = -17918,36 \text{ kJ}$$

Cette quantité de chaleur chauffe la masse de glace :



$$\Delta H^\circ_1 + \Delta H^\circ_2 + \Delta H^\circ_3 + \Delta H^\circ_4 + \Delta H^\circ_5 + Q = 0$$

$$\Delta H^\circ_1 = m \int_{253}^{273} [C_p(H_2O, s) dT] ; \Delta H^\circ_2 = m \Delta_{\text{fus}} H^\circ_{273} (H_2O, s) ; \Delta H^\circ_3 = m \int_{273}^{373} [C_p(H_2O, l) dT]$$

$$\Delta H^\circ_4 = m \Delta_{\text{vap}} H^\circ_{373} (H_2O, l) \text{ et } \Delta H^\circ_5 = m \int_{373}^{T_f} [C_p(H_2O, g) dT]$$

Q_{eau} : quantité de chaleur reçue par l'eau

$$Q_{\text{eau}} + Q = 0 \text{ (en supposant qu'il n'y a pas de pertes de chaleur)}$$

$$Q_{\text{eau}} = m \left[\int_{253}^{273} [C_p(H_2O, s) dT] + \Delta_{\text{fus}} H^\circ_{273} (H_2O, s) + \int_{273}^{373} [C_p(H_2O, l) dT] + \Delta_{\text{vap}} H^\circ_{373} (H_2O, s) + \int_{373}^{T_f} [C_p(H_2O, g) dT] \right] +$$

$$T_f = 1072,5\text{K} \quad t_f = 799,5^\circ\text{C}$$